

Departamento de Investigaciones y Desarrollo. Centro Nacional de Escuelas de Arte.

COMPOSICIÓN CORPORAL DE BAILARINES ÉLITES DE LA COMPAÑÍA BALLET NACIONAL DE CUBA.

Hamlet Betancourt León¹, Juan Carlos Albizu Campos², María Elena Díaz Sánchez³.

RESUMEN

Se reconstruyó la composición corporal de bailarines élités de la Compañía Ballet Nacional de Cuba mediante ecuaciones dependientes del sexo derivadas de modelos bicompartimentales y multi-compartimentales a partir de mediciones antropométricas realizadas en sitios especificados del cuerpo. De acuerdo con los modelos bicompartimentales, el porcentaje de grasa corporal de las bailarinas fue mayor que el de los bailarines (17.7% vs. 8.8%; $p < 0.05$). Igual patrón se observó después de aplicar el modelo multicompartmental (26.8% vs. 20.7%; $p < 0.05$). Llamó la atención de que, a pesar de las diferencias observadas respecto del porcentaje de grasa corporal estimado mediante el método multicompartmental, el tamaño absoluto de la grasa corporal fue independiente del sexo del bailarín (Mujeres vs. Hombres: 13 Kg vs. 14 Kg; $p > 0.05$), revelando las inconsistencias de la aplicación del modelo. El modelo bicompartimental reveló una bailarina con una mayor adiposidad del peso corporal para la talla cuando se le comparó con el bailarín, de gran desarrollo muscular y poca adiposidad. El criterio de peso graso mínimo saludable y óptimo a tener en cuenta depende fundamentalmente del método utilizado para la determinación de la masa grasa. En ausencia de normas de composición corporal, derivadas de metodologías así validadas, el control individual del peso del bailarín se debe realizar a partir de la reevaluación en el tiempo de sus propios resultados, utilizando procedimientos que cuantifiquen las masas grasa y muscular. **Betancourt León H, Albizu Campos JC, Díaz Sánchez ME.** *Composición corporal de bailarines élités de la Compañía Ballet Nacional de Cuba. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2007;17(1):8-22. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.*

Descriptor DeCS: COMPOSICION CORPORAL / ADIPOSIDAD / GRASA CORPORAL / MASA MUSCULAR / ANTROPOMETRIA / PLIEGUES CUTANEOS.

¹ Magíster Scientiae.

² Ph.D. Centro de Estudios Demográficos. Universidad de la Habana. Cuba.

³ Ph.D. Departamento de Antropometría. Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos. La Habana. Cuba.

Recibido: 12 de Junio del 2006. Aprobado: 3 de Agosto del 2006.

Hamlet Betancourt León. Armonía 357 e/t Recreo y Suzarte. Cerro. Ciudad Habana. Cuba.

Teléfono: 53 (7) 577623. Correo electrónico: hamletbleon1974@yahoo.es

INTRODUCCION

La figura del bailarín tiene valor en la apreciación de la expresión artística para un espectador crítico con juicios estéticos y culturales preestablecidos. La estética del bailarín depende de su desempeño técnico artístico, que es expresión de las dimensiones, proporciones, composición y forma de su cuerpo, y define un perfil físico específico e inviolable que es dependiente de la edad y el sexo.^{1,2}

El ballet es considerado primariamente una manifestación artística con un criterio anatómico selectivo particular que hace énfasis en la linealidad y delgadez de la figura.³ El ballet presume la búsqueda de una bailarina longilínea por su importancia estética en la realización con calidad de las acciones técnico artísticas y su alta correlación con la salud mental de la bailarina. El bailarín debe tener un desarrollo muscular que manifieste un dimorfismo sexual visual en la escena y le permita realizar sus acciones técnicas características correspondientes (De Saá R, Hermida M. 2003. Comunicaciones personales obtenidas de clases, ensayos, presentaciones y entrevistas en la Escuela Nacional de Ballet e instalaciones afines).

Los bailarines brillantes teóricamente poseen una estructura física ideal, resultante de la combinación óptima de múltiples influencias genéticas y ambientales, para realizar las acciones técnico artísticas correctamente.⁴ No obstante, existen otros factores como las capacidades fisiológicas, la preparación psicológica, las limitaciones biomecánicas, la estética y la vocación artística que conforman el éxito o fracaso en el desempeño de su actividad.⁵ (De Saá R, Hermida M. 2003. Comunicaciones personales obtenidas de clases, ensayos, presentaciones y

entrevistas en la Escuela Nacional de Ballet e instalaciones afines).

La apreciación es un método evaluativo que, si no se manifiesta repetidamente en rangos determinados de confiabilidad, destruye al arte. Dada su experiencia, los maestros de la especialidad evalúan la figura de sus estudiantes por el método de la observación visual directa y el pesaje durante el proceso docente.

La valiosísima apreciación del maestro de ballet puede tener un aliado en la Antropología biológica para descubrir, corroborar, sistematizar y correlacionar detalles biológicos con el proceso de aprendizaje y desempeño técnico artístico de los bailarines. Por su parte, la Cineantropometría estudia las variaciones individuales del tamaño, las proporciones, la composición y la forma del cuerpo en su relación con los diferentes aspectos del movimiento humano.⁶ Esta especialidad considera todas las variables que cuantifican la figura humana en las artes danzarias. Dimensiones antropométricas, índices antropométricos, métodos de predicción de la composición corporal y teorías biotipológicas integran un amplio diapason de resultados que, empleados lógicamente, brindan inestimable información al personal técnico de estas manifestaciones artísticas.⁷⁻¹⁰

En los últimos años los científicos han investigado las características físicas de los bailarines élites que permiten relacionar la figura con el desempeño técnico artístico. La cuantificación de la figura humana tiene cuatro aplicaciones fundamentales para la enseñanza de las artes danzarias; 1) la identificación de talentos, 2) la determinación y el monitoreo de los procesos de crecimiento y desarrollo de los bailarines durante el proceso de aprendizaje, 3) el diseño y el monitoreo del entrenamiento físico y el desempeño técnico artístico, y 4) el

control del peso corporal del individuo a partir del conocimiento de la adiposidad y el desarrollo muscular ideal para un momento dado.¹¹

En la valoración funcional del bailarín se debe incluir el estudio del perfil cineantropométrico, por ser uno de los factores que influyen en el éxito técnico-artístico, tanto desde el punto de vista fisiológico, como biomecánico y/o estético. La morfología del bailarín correlacionada con los eventos de crecimiento y desarrollo de los estudiantes, así como con la visión clásica del maestro, establecen nuevos procedimientos de trabajo para la enseñanza del ballet.

No se registran muchos trabajos extranjeros que describan la morfología del artista durante su formación. En la literatura revisada no hay datos de referencia sobre bailarines de ballet para poblaciones similares en cuanto a la morfología y al nivel técnico de la cubana, y que sean útiles para la formación de profesionales. Por este motivo es de excepcional importancia conformar los patrones cineantropométricos de los bailarines cubanos.

Los equipos de investigación de la Universidad de la Habana (UH), el Centro Nacional de Escuelas de Arte (CNEART) y el Instituto de Nutrición e Higiene de los Alimentos (INHA) han realizado estudios antropológicos en la enseñanza artística durante los últimos años (Díaz ME, Rebozo J, Martínez A, Toledo E, Wong I, Moreno V, Matos D. Desarrollo físico y estado nutricional en estudiantes de ballet. Ponencia en el VIII Simposio de Antropología Física "Luis Montané". Universidad de La Habana: Febrero del 2003).¹² No obstante, en la Escuela Nacional de Ballet (ENB) no se ha realizado nunca un estudio longitudinal que monitoree y explique las

características biológicas del cuerpo humano en su relación con los intensos períodos de actividad física y restricción dietética característicos de la práctica de este arte. Las características de la figura de los bailarines, los rangos permisibles y los valores medios por sexo, edad cronológica y nivel técnico artístico de las variables cineantropométricas, durante el aprendizaje de esta especialidad, son desconocidos tanto para la ciencia antropológica como los maestros de ballet.

Breve repaso de la teoría y práctica de la Composición corporal.

El estudio de la composición corporal comprende la determinación de los componentes principales del cuerpo humano, las técnicas y métodos utilizados para su obtención y la influencia que ejercen los factores como la edad, sexo, estado nutricional y actividad física.¹³

Los procedimientos científicos de estudio de la figura se dividen en dos grandes grupos. El primero lo integran las técnicas de determinación *in vitro*, donde se cuentan la disección de cadáveres y la biopsia de tejidos, las cuales no son aplicables a grandes poblaciones de sujetos.¹⁴ El otro grupo está conformado por las técnicas de determinación *in vivo*, como las imagenológicas, al igual que los métodos antropométricos y físico-químicos que, entre otros, permiten estimar las masas corporales en grandes grupos de sujetos con grados variables de error de predicción y costo económico.^{15,16}

La técnica de disección de cadáveres es aceptada en la comunidad científica como un método directo para la determinación de la composición corporal, y constituye un axioma deductivo del conocimiento de la Cineantropometría. Clarys (1985), en su

estudio de disección de 25 cadáveres con un Índice de Masa Corporal (IMC) promedio de 23.5 Kg.m^{-2} , señaló porcentajes grasos promedios de 41.3% para las mujeres y 27.9% para los hombres, respectivamente.¹⁴

En la literatura especializada se conocen más de cien ecuaciones predictivas de la composición corporal. Algunas de ellas se han desarrollado a partir de modelos bicompartimentales de la composición corporal, que se sustentan en el pesaje hidrostático y el uso de radionúclidos (considerados con razón como reglas de oro), y la pletismografía.^{17,18} Otras ecuaciones se han construido a partir de los métodos de fraccionamiento de la masa corporal en 4 y 5 componentes, derivados de los modelos que intentan integrar los conceptos de proporcionalidad y geometría de la figura.^{10,19}

El peso del bailarín debe tener una relación específica entre las diferentes masas corporales tal que le permita ejecutar correctamente el proceder técnico que expresa el patrón estético del arte. Las características del peso corporal del bailarín son dependientes del sexo, la edad cronológica, la edad biológica, el nivel técnico artístico alcanzado y la influencia de los factores externos a la práctica del ballet.²⁰

Las masas grasa y muscular son las masas corporales más importantes de monitorear en el ballet, debido a sus cambios constantes que resultan del riguroso entrenamiento físico de esta especialidad y el régimen alimentario de los bailarines. Este problema debe ser abordado primeramente con un estudio antropológico que señale el estado físico del sujeto en ese momento.

Los métodos bicompartimentales de la composición corporal fraccionan el cuerpo humano en 2 compartimentos: uno graso y otro magro. Behnke y Wilmore

(1974) definen el peso magro como la suma de todos los tejidos corporales excepto la grasa de reserva, siendo éste el segundo componente en importancia.²¹ Martin y cols. (1986) y Ross y Kerr (1991) plantean que el modelo bicompartimental clásico de la composición corporal está sustentado en varias suposiciones falsas: 1) una compresibilidad constante de la piel y el tejido adiposo, 2) un valor despreciable para los dos capas de piel, 3) una estructura fija de deposición del tejido adiposo, 4) una fracción constante de grasa en el tejido adiposo, y 5) una proporción fija de grasa interna y externa.^{10,22}

El amplio rango de variabilidad de las premisas implícitas en el modelo clásico basado en el pesaje hidrostático, y que se hace evidente fundamentalmente en niños, puede llevar a niveles de error inaceptables en la predicción individual de la grasa corporal.²³ Una evidencia del grado de error en que se puede incurrir al asumir la densidad magra constante fue reportada por Adams y cols. (1982), quienes obtuvieron valores negativos del porcentaje graso en una muestra de jugadores de fútbol americano donde la mayoría eran afronorteamericanos.²⁴

Los métodos de fraccionamiento de la composición corporal en cuatro y cinco componentes permiten estimar la masa muscular a partir de la toma de mediciones antropométricas en los seres vivos. Estos métodos tienen sus orígenes en las investigaciones realizadas por Matiegka (1921).²⁵ El método de 4 componentes de Drinkwater y Ross (1980) y el método de 5 componentes de Ross y Kerr (1991) son 2 de los más utilizados.^{10,19}

La sumatoria de los pliegues cutáneos es muy utilizada en la actualidad para estimar la adiposidad corporal, debido a la insuficiente validez y las

divergencias de los resultados que se obtienen con otros modelos y métodos de predicción de la masa grasa. A estos fines, se utilizan generalmente los valores de los pliegues cutáneos subescapular, tríceps, supraespinal, periumbilical, muslo medio y pierna medial, para estimar la masa grasa mediante modelos multicompartimentales.^{10,19}

Son numerosos los trabajos que determinan la composición corporal con ecuaciones de predicción basadas en el uso de los métodos bicompartimentales sustentados en el pesaje hidrostático. Martínez y cols. (1986), utilizando las ecuaciones de Jackson y Pollock (1985) en bailarines del Ballet Nacional de Cuba, reportó porcentajes grasos de $15.5 \pm 2.47\%$ para las mujeres y de $8.4 \pm 2.31\%$ para los hombres.¹² A modo de comparación, Cohen y cols. (1985) refirieron porcentajes grasos en bailarines profesionales de 12.9% en mujeres y de 7.8 % en hombres, mientras que Calabrese y cols. (1983) y Dolgener y cols. (1980) reportaron porcentajes grasos de 16.9% y 22.1%, respectivamente, en las bailarinas profesionales.²⁶⁻²⁸

Las ecuaciones de predicción de la composición corporal deben cumplir con el criterio de la especificidad poblacional para su correcta aplicación. En el caso de Cuba, en los atletas de alto rendimiento con edades iguales o mayores de los 14 años se aplican 2 juegos diferentes de ecuaciones: las de Durnin y Rahaman (1967) en deportistas del sexo femenino, y las de Parizková y Buzková (1971) en los del sexo masculino.^{17,29} Como es obvio, estas ecuaciones se desarrollaron en poblaciones morfológicamente diferentes. No obstante, existen rangos de valores del porcentaje graso predichos por estas ecuaciones que se asocian con buenos rendimientos según el sexo, la edad, el deporte y la etapa competitiva, y

que, por lo tanto, se utilizan para el control de la composición corporal. Sin embargo, estos resultados carecen de valor para describir el fenómeno que se pretende medir y solamente deben ser considerados como referencia temporal.

El método de fraccionamiento de la composición corporal en 5 componentes de Ross y Kerr (1991), estima, a partir de mediciones antropométricas, la masa de la piel, la masa grasa, la masa muscular, la masa ósea y la masa residual.¹⁰ Este método está validado por: a) la capacidad que tiene la suma de las fracciones estimadas de determinar la masa corporal total en 11 subgrupos distintos de individuos para ambos sexos, para un efectivo muestral de 1669 personas; b) la adecuada predicción de los valores promedios de las masas fraccionarias obtenidas por disección de cadáveres, y la capacidad de las ecuaciones propuestas de determinar el peso corporal total de 25 cadáveres humanos de ambos sexos.¹⁰ No debe extrañar entonces que los valores de porcentaje graso obtenidos en bailarinas y bailarines mediante el método multicompartimental de Ross y Kerr (1991) sean mucho mayores a los predichos por los métodos bicompartimentales (Sánchez T. Composición corporal en bailarines de la Escuela Nacional de Ballet de Cuba. Trabajo de Diploma para optar por el título de Licenciada en Cultura Física. Instituto Superior de Cultura Física "Manuel Fajardo". La Habana: Junio del 2003; Betancourt H. Estudio longitudinal de la figura del bailarín de la Escuela Nacional de Ballet. Tesis de Master en Antropología. Facultad de Historia y Filosofía de la Universidad de la Habana. La Habana: Noviembre del 2004).

La Antropología biológica define un peso adecuado para la población sana según su talla y edad cronológica. Algunos investigadores coinciden en

ajustar el peso adecuado del sujeto practicante de actividades técnicas especializadas a partir de la definición de porcentajes grasos ideales.³⁰ Solamente una caracterización detallada de la composición corporal de los bailarines, y que se correlacione con criterios de expertos acerca de desempeños técnicos y artísticos, puede generar valores normativos. Para que se cumplan los supuestos teóricos asumidos, el tamaño de la población debe ser lo suficientemente grande, y estar integrada por bailarines con alto nivel de desempeño.

Las ecuaciones de los métodos bi-compartimentales que se basan en la densitometría estiman de primera mano el porcentaje graso de los sujetos. En la población deportiva cubana se utiliza además el Índice de Sustancia Activa (AKS), reportado por Tittel y Wutscherk (1972), para estimar el desarrollo músculo esquelético.³¹ El AKS tiene un valor muy limitado en la descripción del desarrollo muscular, ya que no es válido como referencia para comparaciones entre individuos y normas de grupos.

El modelo clásico bi-compartimental no estima la masa muscular *per se*, como una entidad separada, lo que limita su uso para el monitoreo de la composición corporal de los bailarines. Como la masa muscular forma parte de la masa corporal activa, solo puede estimarse indirectamente. Algunos autores señalan que la masa muscular representa entre el 45 y el 60% de la masa corporal activa.^{32,33}

Los métodos multi-compartimentales tienen la ventaja de estimar, entre otras, la masa muscular y la masa grasa de las personas. Esto resulta trascendente en el control de la composición corporal de poblaciones de bailarines sometidas a grandes cargas físicas. Los tamaños absolutos

(expresados en Kg) y relativos (como porcentajes) de la masa muscular y la masa grasa pueden ser comparados entre individuos y entre grupos a través del tiempo; y pueden constituirse, además, en normas de referencia y control cuando se correlacionan con otros eventos.^{10,19}

En el ballet élite, como actividad física de alto nivel técnico, la valoración del componente de masa muscular tiene interés, en virtud de que el desarrollo muscular alcanzado y su perfil regional son determinantes en el rendimiento físico. La fuerza es una cualidad física muy importante en el gesto técnico artístico, y existe una relación directa entre la fuerza máxima y la masa muscular, por lo que este componente es un indicador esencial a la hora de elaborar un perfil fisiológico del bailarín.^{32,33}

El tamaño de la masa muscular del bailarín se puede estimar usando fórmulas derivadas de la disección de cadáveres, como las desarrolladas por Clarys y cols. (1985), o mediante técnicas de tomografía axial computarizada y resonancia magnética nuclear.^{14,34} Debido a las pocas ecuaciones existentes para calcular la masa muscular, éstas se utilizan profusamente, sin tener en cuenta el criterio de especificidad poblacional. A modo de ejemplo: Carter y Ackland (1994) emplearon la ecuación de Martin y cols. (1990) desarrollada en hombres para determinar la masa muscular en deportistas femeninas de actividades acuáticas.⁶

En la literatura internacional se recogen algunos trabajos con las experiencias del uso del método de Ross y Kerr (1991) en poblaciones deportivas. Canda (1996) y Pacheco del Cerro (1996), trabajando con atletas élites españoles, y García y Alayón (1999) en atletas universitarios, reportaron valores de composición corporal obtenidos con este método.³⁵⁻³⁷ Sin embargo, en la

literatura consultada no se encontraron referencias del empleo de los métodos multi-compartimentales en bailarines de ballet o danza.

Pese al incremento de las investigaciones realizadas con los modelos de fraccionamiento de cuatro y cinco componentes, resulta imposible recomendar, a partir de la literatura internacional, valores óptimos de la composición corporal para poblaciones especializadas del deporte y las artes dancarias. Existen muy pocos datos de referencia, propios generalmente de poblaciones con edades y niveles técnicos diferentes, cuyo análisis arroje evidencias para las interpretaciones en el trabajo antropológico. Por este motivo, es esencial realizar mediciones propias en la población de bailarines cubanos.

El estudio de la composición corporal es importante por cuanto permite caracterizar morfológicamente a sujetos de la población sana ("normal"), y otros extraídos de poblaciones específicas, como las artes dancarias y deportes. Los estudios de la composición corporal posibilitan la detección del potencial físico de los niños en función de la edad y el sexo durante el crecimiento y desarrollo humanos normales. Además, los valores de la composición corporal son básicos para la evaluación de las recomendaciones nutricionales y guías en las metodologías de entrenamiento físico, por su alta correlación con las variables fisiológicas del ejercicio, el deporte y las artes dancarias.^{5,11}

Los estudios de la composición corporal de la figura del bailarín son de gran importancia en el entrenamiento físico de las artes dancarias. En este artículo se expondrán estimaciones e interpretaciones de la composición corporal de la figura de bailarines de la Compañía Ballet Nacional de Cuba, a partir de la evaluación de mediciones

antropométricas mediante 2 métodos de predicción sustentados en premisas científicas diferentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio transversal de la composición corporal de bailarines profesionales de la Compañía Ballet Nacional de Cuba. Los maestros expertos seleccionaron a los 20 mejores bailarines (Varones: 10, Hembras: 10; edades entre 18 y 34 años), en cuanto a la figura y el desempeño técnico artístico en el momento de la medición.

Los procedimientos para la recopilación de datos se realizaron siguiendo las recomendaciones técnicas expresadas en la Convención Antropométrica de Airle.³⁸

Se calcularon el porcentaje de grasa corporal, los kilogramos de masa grasa, la masa corporal activa y el Índice AKS, mediante los métodos bi-compartimentales que se emplean en poblaciones deportivas de alto rendimiento de Cuba. En el caso de las bailarinas se emplearon las fórmulas de Durnin y Rahaman (1967)²⁹, mientras que en los bailarines, se utilizaron las ecuaciones de Parizková y Busková (1971).¹⁷ Las masas grasa y muscular también se estimaron mediante el modelo multicompartimental propuesto por Ross y Kerr (1991).¹⁰ Las ecuaciones empleadas en este trabajo se muestran en el Anexo del artículo.

El análisis estadístico se realizó a través del paquete estadístico SPSS versión 10.5 para Windows (Jaendel Scientific, EEUU). Los resultados de las principales variables antropológicas que describen la composición corporal fueron descritos mediante la media y la desviación estándar según el sexo de los bailarines. Se utilizó la prueba "t" de Student para muestras independientes a

los fines de las comparaciones morfológicas correspondientes ($p < 0.05$). Las comparaciones entre los valores absolutos (Kg) y relativos (%) de la masa grasa mediante uno u otro modelo para cada sexo se realizaron con la prueba "t" de Student para muestras apareadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los valores de la composición corporal reconstruida mediante los métodos bicompartimentales de Durnin y Rahaman (1967)²⁹ y Parizková y Buzková (1971)¹⁷, para los bailarines de sexo femenino y masculino, respectivamente. Para un peso promedio de 48.90 Kg, el porcentaje promedio de grasa corporal de las bailarinas fue de 17.73%, equivalente a 8.66 Kg de masa grasa. Por sustracción, la masa corporal activa fue de 40.24 Kg. En lo que corresponde a los bailarines, con un peso promedio de 67.84 Kg, el porcentaje graso fue 8.85%, para un total de 6.00 Kg de masa grasa, mientras que la masa corporal activa fue de 61.84 Kg.

El porcentaje graso obtenido por el método de Durnin y Rahaman (1967)²⁹, fue similar al señalado por Capablanca (1996) para las bailarinas del Ballet de Camagüey (Capablanca M. Composición corporal y maduración en estudiantes de danza, espectáculos musicales y el Ballet de Camaguey. Tesis de grado de la Licenciatura en Biología por la Universidad de la Habana. La Habana: Julio del 1996.). Betancourt y cols. (2003), en un estudio transversal realizado en la Escuela Nacional de Ballet de Cuba, encontraron porcentajes grasos de 21.65% para 75 bailarinas, y de 9.50% para 50 bailarines, respectivamente, después de emplear un método bicompartimental (Betancourt H, Albizu-Campos JC, García A. Un estudio de la composición corporal en bailarines de la Escuela Nacional de Ballet de Cuba. Ponencia en el VIII Simposio de Antropología Física "Luis Montané". Universidad de La Habana. Febrero del 2003).

TABLA 1. Valores de la composición corporal de bailarines del Ballet Nacional de Cuba estimados mediante el modelo bicompartimental clásico. Se aplicaron ecuaciones diferenciadas según el sexo: Femenino: Durnin y Rahaman (1967); Masculino: Parizková y Buzková (1971). Las diferencias entre-sexo se docimaron mediante la prueba t de Student para muestras independientes. Para más detalles: Consulte la Sección Material y Método de este artículo.

Composición Corporal	Femenino (N = 10)		Masculino (N = 10)		Significación estadística	
	Media	D.E.	Media	D.E.	t	p
Peso (Kg)	48.900	2.383	67.840	5.279	10.34	0.000
Estatura (cm)	161.890	2.488	176.100	3.816	9.86	0.000
Grasa corporal (%)	17.730	2.548	8.850	0.861	-10.44	0.000
Masa grasa (Kg)	8.660	1.111	6.000	0.658	-6.51	0.000
Masa Corporal Activa (Kg)	40.240	2.634	61.840	4.974	12.13	0.000
AKS	1.13	0.042	0.95	0.068	7.28	0.000

Rodríguez (1984) encontró en atletas cubanos de alto rendimiento que practicaban deportes de arte competitivo diferentes tamaños de la masa grasa según el sexo cuando aplicó los mismos métodos: entre 15 – 20% para las hembras, y entre 7 – 12% para los varones.³⁹ Cuando los métodos bicompartimentales se aplican en bailarines o atletas élites de deportes similares en cuanto a restricciones de peso corporal y fisiología del ejercicio, refieren valores promedios de porcentaje graso de 20 o 25%, para hombres o mujeres, respectivamente.^{40,41}

corporales de ambos sexos después de utilizar el método de Ross y Kerr (1991), en todas se obtuvieron diferencias significativas, excepto para la cantidad de kilogramos de grasa. Estos resultados podrían reflejar las diferencias que existen en el modo de estimación de la masa grasa mediante un método u otro.

El peso y la estatura promedios de los bailarines son mayores que los propios de las bailarinas en 19 Kg y 14 cm, respectivamente. Consecuentemente, los bailarines tienen 16 Kg más de masa muscular. Sin embargo, llamó la atención de que los valores absolutos de masa

TABLA 2. *Composición corporal de bailarines del Ballet Nacional de Cuba estimada mediante el método multicompartimental de Ross y Kerr (1991). Las diferencias entre-sexo se docimaron mediante la prueba t de Student para muestras independientes. Para más detalles: Consulte la Sección Material y Método de este artículo.*

Composición Corporal	Femenino (N = 10)		Masculino (N = 10)		Significación estadística	
	Media	D.E.	Media	D.E.	t	p
Masa Muscular (Kg)	17.52	2.51	33.64	3.80	11.19	0.000
Masa Grasa (Kg)	13.07	1.81	14.02	1.33	1.34	0.197
Masa Muscular (%)	35.70	3.920	49.500	2.46	9.43	0.000
Masa Grasa (%)	26.84	4.508	20.740	2.13	3.87	0.001

En la Tabla 2 se muestran los valores de composición corporal de los bailarines participantes en el estudio cuando se estimaron por el método de Ross y Kerr (1991).¹⁰ En las bailarinas, la masa grasa fue de 13.07 Kg (26.84% del peso corporal), mientras que la masa muscular fue de 17.52 Kg (35.7%). Por su parte, los bailarines presentaron 14.02 Kg (20.74% del peso corporal) de masa grasa y 33.64 Kg (49.50%) de masa muscular.

Se encontraron diferencias significativas entre los valores de las masas corporales propias de cada sexo cuando se emplearon los métodos bicompartimentales. En lo que respecta a las comparaciones entre las masas

grasa encontrados fueron similares en los 2 grupos, revelando así las inconsistencias de los métodos multicompartimentales de reconstrucción de la composición corporal.

Los valores estimados de la masa grasa mediante uno u otro método son contradictorios, lo que lleva a plantear la existencia de agujeros relevantes para el estudio de la figura de la bailarina. Teóricamente, si se analiza la gran diferencia de peso corporal existente entre ambos sexos, y la necesidad para la bailarina élite de tener una figura longilínea y magra, se debió haber encontrado menos kilogramos de grasa corporal para la bailarina en relación al

bailarín. Estas observaciones son interesantes, por cuanto el bailarín cubano ha sido más exitoso en el ámbito internacional por su nivel técnico artístico, cuando se le compara con la bailarina cubana.

Los métodos bicompartimentales reflejan una bailarina delgada pero con una adiposidad mayor a la esperada para su nivel de actividad, al presentar una cantidad de masa grasa mayor que los bailarines, pese a ser éstos casi 20 Kg más pesados. Por otra parte, el método de Ross y Kerr (1991), si bien no establece diferencias significativas entre los valores de masa grasa de las hembras y los varones, señala una mayor adiposidad absoluta para el varón que para la hembra. Las diferencias en los valores estimados por ambos métodos varían las interpretaciones de los fenómenos que se han pretendido cuantificar, lo cual manifiesta la necesidad de estudios longitudinales apoyados en evaluaciones técnico artísticas por parte de los especialistas.

dimorfismo sexual explicado por el nivel técnico artístico y las características diferenciales de las acciones técnicas de cada sexo.

Los valores de porcentajes grasos obtenidos por el método de Ross y Kerr (1991) en ambas subpoblaciones de estudio fueron elevados, si se les comparan con los referidos en la literatura internacional por los métodos bicompartimentales. La cantidad óptima de peso graso para una bailarina está determinada por aquel porcentaje graso que no interfiera con la figura y el rendimiento fisiológico.⁴² La bailarina de ballet debe tener cantidades mínimas saludables de peso graso, debido a que su especialidad le exige siempre un bajo peso para la talla, independientemente de la edad cronológica o biológica de la misma.

En la Tabla 3 se muestran las comparaciones entre los kilogramos de grasa y los porcentajes grasos calculados respectivamente por el método multi-compartimental de Ross y Kerr (1991), o

Tabla 3. Comparación entre los valores absolutos (Kg) y relativos (%) de grasa corporal calculados por el método de Ross y Kerr (1991) y los métodos bicompartimentales, respectivamente, para cada sexo de los bailarines del Ballet Nacional de Cuba.

Indicador	Sexo	Correlación entre métodos		Diferencias entre métodos	
		R ²	p	t	p
Grasa corporal (Kg)	Femenino	0.865	0.001	13.709	0.000
	Masculino	0.776	0.008	27.580	0.000
Grasa corporal (%)	Femenino	0.911	0.000	11.870	0.000
	Masculino	0.740	0.014	23.414	0.000

Los resultados aquí presentados describen una bailarina con una mayor adiposidad del peso corporal para la talla que el bailarín, mucho más pesado, con un gran desarrollo muscular y poca adiposidad. Las comparaciones de los indicadores de la composición corporal entre los sexos manifiestan un marcado

los bicompartimentales, según el sexo de los bailarines. Las diferencias fueron significativas entre los estimados de masa grasa (absoluta/relativa). Además, las correlaciones calculadas fueron significativas para los indicadores morfológicos en los dos sexos.

Los resultados técnico-artísticos dependen de la evaluación que del movimiento hacen los maestros y el público. Una acumulación excesiva de grasa significa un gran lastre o una limitante para estos movimientos. Por otra parte, la capacidad para realizar un trabajo (léase ejercicio) físico está íntimamente relacionada con la cantidad y proporción entre los diferentes tejidos y segmentos corporales que componen el cuerpo humano, y con la economía al realizar los movimientos.⁴³

CONCLUSIONES

Los problemas en la validación de los métodos para estimar la composición corporal se expresan en las divergencias de los valores predichos de grasa corporal expresados tanto en Kg como porcentajes. El criterio de peso graso mínimo saludable y óptimo a tener en cuenta depende fundamentalmente del método utilizado para la determinación de la masa grasa. En ausencia de normas de composición corporal, derivadas de metodologías así validadas, el control individual del peso del bailarín se debe realizar a partir de la reevaluación en el tiempo de sus propios resultados, utilizando procedimientos que cuantifiquen las masas grasa y muscular.⁴⁴

Un estudio sistemático de la composición corporal, correlacionado con el criterio de desempeño artístico del maestro, establecerá las normas ideales de los valores de masas grasa y muscular, así como sus porcentajes respectivos, en una población de bailarines según el nivel técnico, la edad y el sexo. La cuestión principal no es bajar de peso, sino cambiar la figura a expensas de una reducción de la grasa corporal, sin perder significativamente masa muscular, ni afectar el aprendizaje continuo de la

técnica artística y los procesos normales de crecimiento, maduración y desarrollo (Betancourt León H, Albizu-Campos JC, García A. Ballet y Antropología Biológica. Ponencia presentada en la VI Conferencia Internacional de Antropología. Centro de Antropología. La Habana: Centro de Prensa Internacional, Noviembre del 2002).

SUMMARY

The body composition of elite dancers from the Compañía Ballet Nacional de Cuba was reconstructed by means of equations sex-specific derived from bi-compartment and multi-compartment models using anthropometric measures taken at selected sites of the body. According with the bi-compartment models, body fat mass percentage was higher in female dancers (17.7% vs. 8.8%; $p < 0.05$). Same pattern was observed after using the multi-compartment model (26.8% vs. 20.7%; $p < 0.05$). In spite of the observed differences regarding body fat mass percentages estimated with the multi-compartment models, absolute size (Kg) of fat mass was independent from the dancer's sex (Women vs. Men: 13 Kg vs. 14 Kg; $p > 0.05$), thus revealing inconsistencies of the applied model. The bi-compartment model presented a female dancer with higher adiposity for her height, in contrast with male dancers, with a greater muscle development and lower adiposity. The criterion for a minimum optimal and healthy fat weight depends mainly upon the method used for measuring fat mass. In the absence of body composition guidelines, derived from well-validated methodologies, individual control of the dancer's weight must be performed from his/her own measurements taken at selected time intervals, and using procedures for quantifying muscle and fat masses. *Betancourt León H, Albizu Campos JC, Díaz Sánchez ME. Body composition patterns of elite dancers from the Ballet Nacional de Cuba Company. RCAN Rev Cubana Aliment Nutr 2007;17(1):8-22. RNPS: 2221. ISSN: 1561-2929.*

Subject headings: BODY COMPOSITION / ADIPOSITY / BODY FAT / MUSCLE MASS / ANTHROPOMETRICS / SKINFOLDS.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Claessens AL, Nuyts MM, Lefevre JA, Wellens RI. Body structure, somatotype, maturation and motor performance of girls in ballet schooling. *Sports Medicine* 1987;27:310-7.
2. Clarkson PM, Freedson PS, Skrinar M, Keller B, Carney D. Anthropometric measurements of adolescent and professional classical ballet dancers. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 1989;29:157-62.
3. Hamilton WG, Hamilton LH, Marshall P, Molnar M. A profile of the musculoskeletal characteristics of elite professional ballet dancers. *Am J Sport Med* 1992;20:267-73.
4. Carter JE. Morphological factors limiting human performance. En: Clarke DH y Eckert HM eds. *Limits of human performance*. Illinois: Human Kinetics, 1985: 106-17.
5. Pérez BM. Efectos del entrenamiento sobre el crecimiento y desarrollo en niños y adolescentes. *Tribuna del Investigador* 1997;4:102-11.
6. Carter JE, Ackland TR. Kinanthropometry in aquatic sports. A study of world class athletes. Illinois: Human Kinetics Publishers, 1974:174.
7. Pospisil M. *Prácticas de Antropología Física*. La Habana: Consejo Nacional de Universidades, 1965.
8. Ross WD, Wilson NC. A stratagem for proportional growth assessment. *Children in Exercise*. Acta Paediatrica Belgica 1974;28:169-82.
9. Carter JE, Heath BH. *Somatotyping: development and applications*. New York: Cambridge University Press, 1990.
10. Ross WD, Kerr DA. Fraccionamiento de la masa corporal: un nuevo método para utilizar en nutrición clínica y medicina deportiva. *Apuntes* 1991;18:175-87.
11. Kerr DA, Ackland TR, Schreiner AB. The elite athlete assessing body shape, size, proportion and composition. *Asia Pacific Journal Clinical Nutrition* 1995;4:25-9.
12. Martínez AJ, Carmenate MM, Bello O, Coyula R, González O. Composición corporal, somatotipo y proporcionalidad en bailarines del Ballet Nacional de Cuba. En: *Estudios de Antropología Biológica. IV Coloquio de Antropología Física "Juan Comas"*. UNAM, D. F. México, pp: 373-7, 1986.
13. Wang Z, Heshka S, Pierson RN Jr., Heymsfield SB. Systematic organization of body composition methodology: an overview with emphasis on component-based systems. *Am J Clin Nutr* 1995;61:457-65.
14. Clarys JP, Martin AD, Drinkwater DT. Gross tissue weights in the human body cadaver dissection. *Human Biology* 1985;56:459-73.
15. Mitsiopoulos N, Baumgartner RN, Heymsfield SB, Lyons W, Gallagher D, Ross R. Cadaver validation of skeletal muscle measurement by magnetic resonance imaging and computerized tomography. *J Appl Physiol* 1998;85:115-22.
16. Brodie D, Moscrip V, Hutcheon R. Body composition measurement: a review of hydrodensitometry, antropometry and impedance methods. *Nutrition* 1998;14:296-310.

17. Parizková J, Buzková P. Relationship between skinfold thickness measured by Harpenden caliper and densitometric analysis of total body fat in men. *J Biol* 1971;43:15-21.
18. Yee AJ, Fuerst T, Salamone L, Visser M, Dockrell M, Van Loan M, Kern M. Calibration and validation of an air-displacement plethysmography method for estimating percentage body fat in an elderly population: a comparison among compartmental models. *Am J Clin Nutr* 2001;74:637-42.
19. Drinkwater DT, Ross WD. Anthropometric fractionation of body mass. En: Ostyn M, Beunen G, Simons J, eds. *International Series of Sports Science. Vol. IX: Kinanthropometry II*. Baltimore: University Park Press, 1980:178-89.
20. Canda A, Sparza F. Cineantropometría. En: *Aspectos biomédicos y funcionales. Valoración del deportista*. Madrid: Federación Española de Medicina Deportiva, 1999:97-115.
21. Behnke AR, Wilmore JH. *Evaluation and regulation of body build and composition*. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1974.
22. Martin AD, Drinkwater DT, Clarys JP, Ross WD. The inconstancy of the fat-free mass: a reappraisal with applications for densitometry. En: Reilly TJ y cols., eds. *Kinanthropometry 111. Proceedings of the VII Commonwealth and International Conference on Sport, Physical Education, Dance, Recreation and Health*. Baltimore: E & F Spoon, 1986.
23. Martin AD, Drinkwater DT. Variability in the measures of body fat, assumptions or technique? *Sport Medicine* 1991;11:277-88.
24. Adams J, Mottola M, Bagnall KM, McFadden KD. Total body fat content in a group of professional footballers. *Canadian Journal Applied Sport Science* 1982;17:36-40.
25. Matiegka J. The testing of physical efficiency. *Am J Phys Anthropol* 1921;4: 423-30.
26. Cohen JL, Potosnak L, Frank O, Baker H. A nutritional and hematological assessment of elite ballet dancers. *Physician Sports Med* 1985;13:43-5.
27. Calabrese LH, Kirkendall DT. Nutritional and medical considerations in dancers. *Clin Sports Med* 1983;2:539-48.
28. Dolgener FA, Spasoff TC, St John WE. Body build and body composition of high ability female dancers. *Res Q Exerc Sport* 1980;51:599-607.
29. Durnin, JVGA, Rahaman MM. The assessment of the amount of fat in human body form measurements of skinfold thickness. *Brit J Nutr* 1967;21:681-89.
30. Wilmore JH, Costill DL. *Training for sport and activity: the physiological basis of the conditioning process*. Tercera Edición. Iowa: Wm C. Brown, 1988.
31. Tittel K, Wutscherk H. *Sportanthropometric*. Leipzig: Johann Ambrosius Bart, 1972.
32. Martin AD, Spenst LF, Drinkwater DT, Clarys JP. Anthropometric estimation of muscle mass in men. *Med Sci Sports Exer* 1990;22:729-33.
33. Spenst LF, Martin AD, Drinkwater DT. Muscle mass of competitive male athletes. *J Sports Sci* 1993;11:3-8.
34. Lee RC, Wang Z, Heo M, Ross R, Janssen I, Heymsfield SB. Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of

- anthropometric prediction models. *Am J Clin Nutr* 2000; 72:796-803.
35. Canda AS. Estimación antropométrica de la masa muscular en deportistas de alto nivel. En: *Métodos de estudio de composición corporal en deportistas*. Consejo Superior de Deportes, Madrid, pp. 9-24, 1996.
 36. Pacheco del Cerro JL. Valoración antropométrica de la masa grasa en atletas de élite. En: *Métodos de estudio de composición corporal en deportistas*. Madrid: Consejo Superior de Deportes, 1996;27-54.
 37. García P, Alayón AM. Validez del método de fraccionamiento de la masa corporal en población atlética de uno y otro sexo. *Rev Esp Antropol Biol* 1999;20:147-62.
 38. Lohman TG, Roche AF, Martorell R. *Anthropometric standarization reference manual*. Illinois: Human Kinetic Publishers, 1988:177.
 39. Rodríguez C. *Composición corporal, somatotipo y proporcionalidad. Métodos y procedimientos. Una guía para los residentes de Medicina deportiva*. La Habana: Laboratorio de Desarrollo Físico del Instituto de Medicina del Deporte, 1984.
 40. Pollock ML, Wilmore JH, Fox SM. *Exercise in health and disease*. Philadelphia: WB Saunders, 1984.
 41. Thorland WG, Johnson GO, Tharp GD, Haush TJ, Cisar CJ: Estimation of body density in adolescent athletes. *Human Biology* 1984;56:439-48.
 42. Mészáros J, Mohácsi J, Szabó T, Szmodis I. Anthropometry and competitive sport in Hungary. *Acta Biologica Szegediensis* 2000; 44(1-4): 189-92.
 43. Sands WA, Mikesky AE, Edwards JE. Physical abilities field tests US Gymnastics Federation Women's National Teams. *Proceedings of the USGF Sport Science Congress*. 1991:39-47.
 44. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. En: *The Physiological Assessment of High Performance Athletes*. Champaign: Human Kinetics, 1992:223-83.

ANEXO. Ecuaciones empleadas en la reconstrucción de la composición corporal de los bailarines examinados en este trabajo.

I. Derivadas según los modelos bicompartimentales de la Composición Corporal:

IA Según Durnin y Rahaman (1967). Aplicable al sexo femenino:

$$\text{Grasa corporal (\%)} = (\{4.95/[1.1581-0.0720*\text{LOG}_{10}(\text{SE}+\text{TR}+\text{BI}+\text{SN})]\}-4.5)*100 \quad (1)$$

IB Según Parizková y Buzková (1971). Aplicable al sexo masculino:

$$\text{Grasa corporal (\%)} = 2.745 + 0.002*\text{SE} + 0.008*\text{TR} + 0.809*\text{BI} + 0.637*\text{SN} \quad (2)$$

$$\text{Grasa corporal (Kg)} = \text{Grasa corporal (\%)} * \text{Peso} * 10^{-2} \quad (3)$$

$$\text{Masa Corporal Activa (Kg)} = \text{Peso (Kg)} - \text{Grasa corporal (Kg)} \quad (4)$$

$$\text{Índice de Sustancia Activa (AKS), según Tittel y Wutscherk (1972):}^{31} \quad (5)$$

$$\text{AKS} = \text{Masa Corporal Activa} * (\text{Talla}^{-3}) * 10^{-1} \quad (6)$$

II. Derivadas según los modelos bicompartimentales de la composición corporal de Ross y Kerr (1991):

Cálculo de la Masa Grasa (MG): A partir de la sumatoria SPL de 6 pliegues cutáneos:

$$\text{SPL} = \text{TR} + \text{SE} + \text{SA} + \text{PU} + \text{MU} + \text{MD}$$

$$\text{MG} = [(Z1*5.85) + 25.6]/[(170.18/\text{Talla})^3] \quad (7)$$

$$\text{Siendo } Z1: \text{Puntaje } Z \text{ para la masa grasa} = \{[\text{SPL}*(170.8/\text{Talla})] - 116.41\}/34.79$$

Cálculo de la Masa Muscular (MM):

$$\text{MM} = [(Z2*5.4) + 24.5]/[(170.18/\text{Talla})^3]$$

$$\text{Donde } Z2: \text{Puntaje } Z \text{ para la masa muscular} = \{[\text{SPM}*(170.18/\text{Talla})] - 207.21\}/13.74$$

$$\text{Con SPM: Variable intermedia} = [\text{BE} - \pi*(\text{TR}/10)] + \text{AB} + [\text{TN} - \pi*(\text{SE}/10)] + [\text{MED} - \pi*(\text{MU}/10)] + [\text{PM} - \pi*(\text{MD}/10)]$$

Siglas empleadas: SE: Pliegue subescapular; TR: Pliegue del tríceps; BI: Pliegue del bíceps; SN: Pliegue suprailíaco anterior; SA: Pliegue supraespinal; PU: Pliegue periumbilical; MU: Pliegue del muslo medio; MD: Pliegue medial de la pierna; BE: Circunferencia del brazo relajado; AB: Circunferencia del antebrazo; TN: Circunferencia torácica normal; MED: Circunferencia del muslo medio; PM: Circunferencia máxima de la pierna.